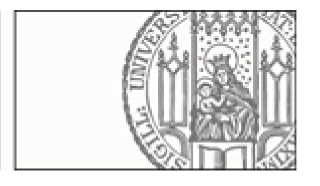




Prof. Dr. Göran Kauermann
+49 (0)89 2180-6253
goeran.kauermann@lmu.de
Institut für Statistik
Ludwigstr. 33
80539 München

Prof. Dr. Helmut Küchenhoff
+49 (0)89 2180-2789
kuechenhoff@stat.uni-muenchen.de
Institut für Statistik
Akademiestr. 1/IV
80799 München

Dr. Ursula Berger
+49 (0)89 440077486
ursula.berger@lmu.de
IBE
Marchioninistr. 15
81377 München

CODAG Bericht Nr. 24
10.12.2021

1. Analysen zur aktuellen Lage. Bricht die 4. Welle?

Maximilian Weigert, Helmut Küchenhoff, Wolfgang Hartl[1], Daniel Schlichting, Diellë Syliqi, Yegane Khazaei, Giacomo De Nicola, Göran Kauermann

2. Eine kollaborative Plattform zur korrigierten Schätzung der Sieben-Tage-Hospitalisierungsrate

Johannes Bracher[2], Felix Günther[3], Stefan Heyder[4], Thomas Hotz[4], Helmut Küchenhoff, Melanie Schienle[2], Diellë Syliqi, Maximilian Weigert, Daniel Wolffram[2]

3. Infektionsausbrüche in Schulen, Seniorenheimen und anderen Ausbruchsorten in der 4. Welle

Ursula Berger, Jana Gauß

Vorherige CODAG Berichte und weitere Forschungsarbeiten sind auf der CODAG Homepage zu finden

https://www.covid19.statistik.uni-muenchen.de/index.html

[1] Klinik für Allgemeine, Viszeral-, und Transplantationschirurgie, Campus Großhadern, KUM
[2] Karlsruher Institut für Technologie und Heidelberger Institut für Theoretische Studien
[3] Stockholm University
[4] Technische Universität Ilmenau

1. Analysen zur aktuellen Lage: Bricht die 4. Welle ?

Maximilian Weigert, Helmut Küchenhoff, Wolfgang Hartl[1]*, Daniel Schlichting, Diellë Syliqi, Giacomo De Nicola, Göran Kauermann*

Im Vergleich zum letzten Bericht hat sich die Infektionslage in Deutschland etwas entspannt. Bei Betrachtung der Meldeinzidenzen zeichnet sich ein Plateau und in einigen Bundesländern ein leichter Rückgang ab. Allerdings wurde zurecht diskutiert, ob für die Stagnation die starke Auslastung der Gesundheitsämter und der damit verbundene Meldeverzug sowie eine mögliche Erhöhung der Dunkelziffer der nicht gemeldeten Infektionen Ursachen für den Rückgang sein könnten. Wir analysieren daher weiterhin die zuverlässigeren Kennzahlen der Hospitalisierungsinzidenz, der Zahl der Erstaufnahmen auf Intensivstationen und der Zahl der Todesfälle als Indikatoren für den aktuellen Pandemieverlauf. Wie in früheren Berichten mehrfach dargestellt, sind diese Indikatoren zur Beschreibung des Pandemieverlaufs am besten geeignet.

Hospitalisierungsinzidenz

Wie in Kapitel 2 dieses Berichts ausführlich beschrieben wird, beteiligen wir uns an einer Plattform zur Schätzung der aktuellen Hospitalisierungsinzidenz auf Ebene der Bundesländer. In den nachfolgenden Darstellungen verwenden wir die aktuellen Schätzungen (Datenstand 08.12.2021) des sogenannten “Mean-Ensemble-Nowcasts”. Hierbei beruht die finale Schätzung auf dem Mittelwert der Schätzungen der verschiedenen Forschungsgruppen. Tagesaktuelle Werte können auf der Website des Projekts (hospitalisation-nowcast-hub) abgerufen werden. Aktuelle Karten und Verläufe basierend auf dem individuellen Nowcasting-Modell (siehe Schneble et al., 2020) sind unter https://corona.stat.uni-muenchen.de/maps/ zu finden.

Inzidenz der Neuaufnahmen auf Intensivstationen

Neben Neuaufnahmen in Krankenhäusern ist die Belastung der Intensivstationen (ITS) ein weiterer zentraler Parameter der Pandemie. Hierzu werden (auch regionale) Daten zu täglichen Erstaufnahmen auf ITS durch die Deutsche Interdisziplinäre Vereinigung für Intensiv- und Notfallmedizin (DIVI) vollständig und zeitnah gemeldet. Aus den täglichen Werten der Erstaufnahmen auf Intensivstationen berechnen wir die entsprechende 7-Tage-Inzidenz pro 100.000 Einwohner und veröffentlichen diesen wichtigen Indikator täglich auf unserer Webseite https://corona.stat.uni-muenchen.de/maps/.

Im Folgenden zeigen wir die Ergebnisse von Bruchpunktanalysen auf Bundeslandebene für die aktuellen Zeitreihen der Hospitalisierungsinzidenz (Abbildung 1.1 und Tabelle 1.1) und der Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen (Abbildung 1.2 und Tabelle 1.2). Hierbei wird der Verlauf der Kurven datengesteuert in unterschiedliche Phasen gleichen Wachstums bzw. Rückgangs eingeteilt. Details zur Methodik siehe Küchenhoff et al. (2021).

Ergebnisse zur Hospitalisierungsinzidenz

Abbildung 1.1: Verlauf der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz in den deutschen Bundesländern ab dem 01.08.2021 zum Datenstand 08.12.2021. Dargestellt ist jeweils die Anzahl pro 100.000 Einwohner. Die aktuellen Werte wurden mit dem Nowcasting-Verfahren (Mean-Ensemble-Nowcast) geschätzt. Die blauen Linien markieren jeweils die geschätzten Punkte der Trendänderung mit den zugehörigen Konfidenzintervallen.

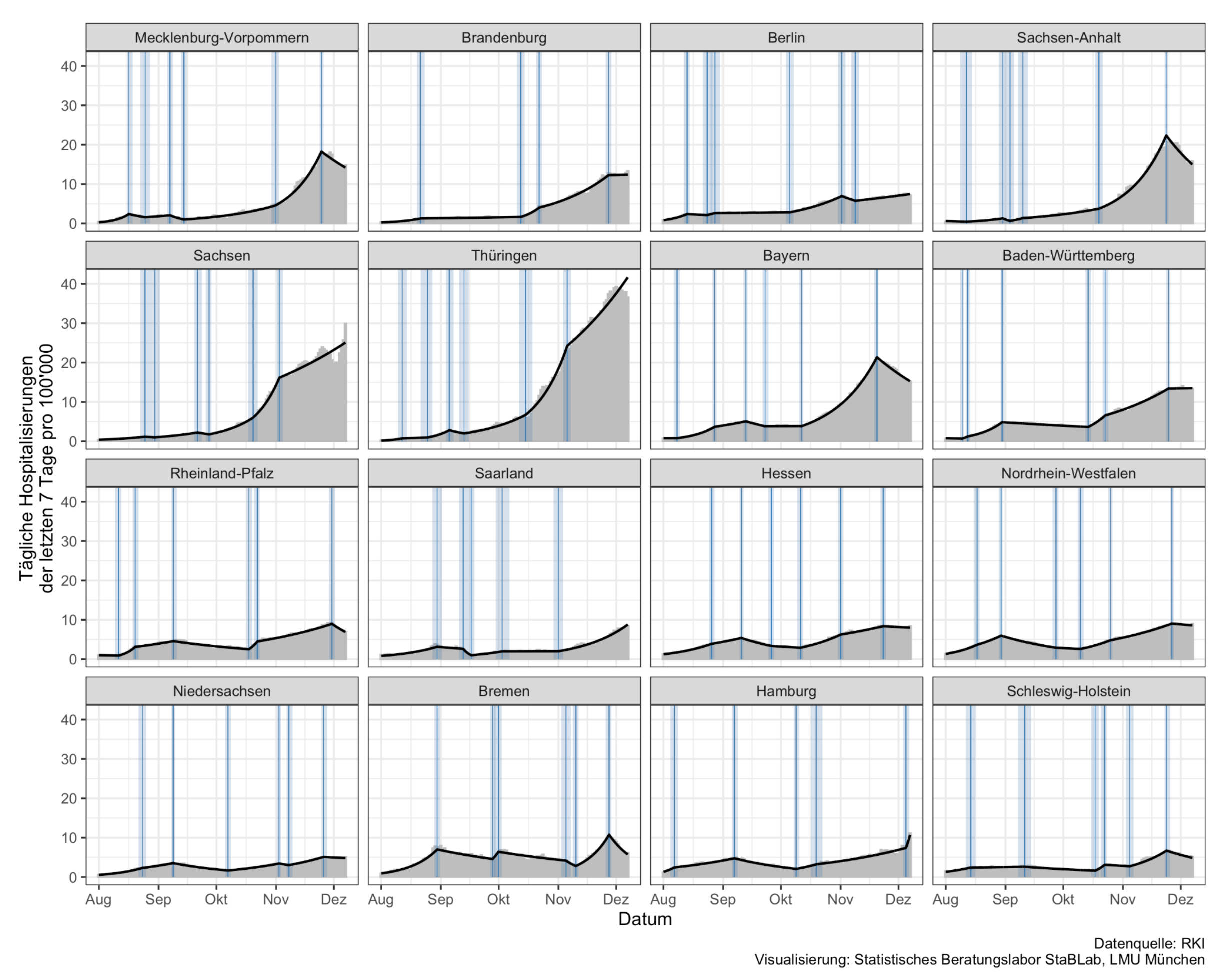


Tabelle 1.1.: 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenzen pro 100.000 Einwohner in den Bundesländern. Angegeben ist das Datum der letzten Trendänderung und der aktuelle tägliche Steigungsfaktor (aus dem Bruchpunktmodell), die aktuelle 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz (Mean-Ensemble-Nowcast) pro 100.000 Einwohner und deren prozentuale Veränderung im Vergleich zur Vorwoche. Angaben zum Datenstand 08.12.2021. In der letzten Spalte finden sich die Angaben des RKI, die Grundlage für Maßnahmen nach dem Infektionsschutzgesetz sind.

Region	Letzte Trend-änderung	Aktueller tägl. Steigungs-faktor	Geschätzte 7-Tage-Hospitalisieruns-inzidenz pro 100.000	Änderung der geschätzten Inzidenz im Vergleich zur Vorwoche (in %)	Aktuelle 7-Tage-Hospitali-sierungsinzidenz pro 100.000 gemäß RKI
Deutschland	—	—	11.90	-3.5	5.79
Mecklenburg-Vorpommern	25.11.	0.980 (0.977-0.983)	14.78	-15.5	8.51
Brandenburg	27.11.	1.001 (0.998-1.005)	13.32	5.6	6.16
Berlin	09.11.	1.009 (1.008-1.010)	7.15	-1.1	3.68
Sachsen-Anhalt	23.11.	0.971 (0.968-0.973)	15.83	-19.9	7.93
Sachsen	03.11.	1.013 (1.012-1.014)	29.92	44.8	9.56
Thüringen	06.11.	1.017 (1.017-1.018)	36.64	-5.9	19.57
Bayern	20.11.	0.981 (0.980-0.981)	15.22	-16.3	7.16
Baden-Württemberg	25.11.	1.000 (1.000-1.001)	13.39	-2.0	6.53
Rheinland-Pfalz	30.11.	0.963 (0.958-0.968)	6.95	-24.1	3.59
Saarland	01.11.	1.042 (1.040-1.043)	8.42	15.2	6.50
Hessen	23.11.	0.997 (0.996-0.998)	8.41	3.6	4.53
Nordrhein-Westfalen	26.11.	0.995 (0.994-0.996)	8.89	2.2	4.62
Niedersachsen	26.11.	0.995 (0.993-0.996)	5.12	3.2	2.80
Bremen	27.11.	0.937 (0.930-0.944)	6.18	-34.0	4.41
Hamburg	05.12.	1.185 (1.151-1.220)	11.10	88.8	3.51
Schleswig-Holstein	24.11.	0.976 (0.973-0.979)	5.19	-14.1	3.50

Ergebnisse zur Inzidenz der Erstnahmen auf Intensivstation

Abbildung 1.2: Verlauf der 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen in den deutschen Bundesländern ab dem 01.08.2021 zum Datenstand 08.12.2021. Dargestellt sind jeweils die Anzahlen pro 100.000 Einwohner. Die blauen Linien markieren jeweils die geschätzten Punkte der Trendänderung mit den zugehörigen Konfidenzintervallen.

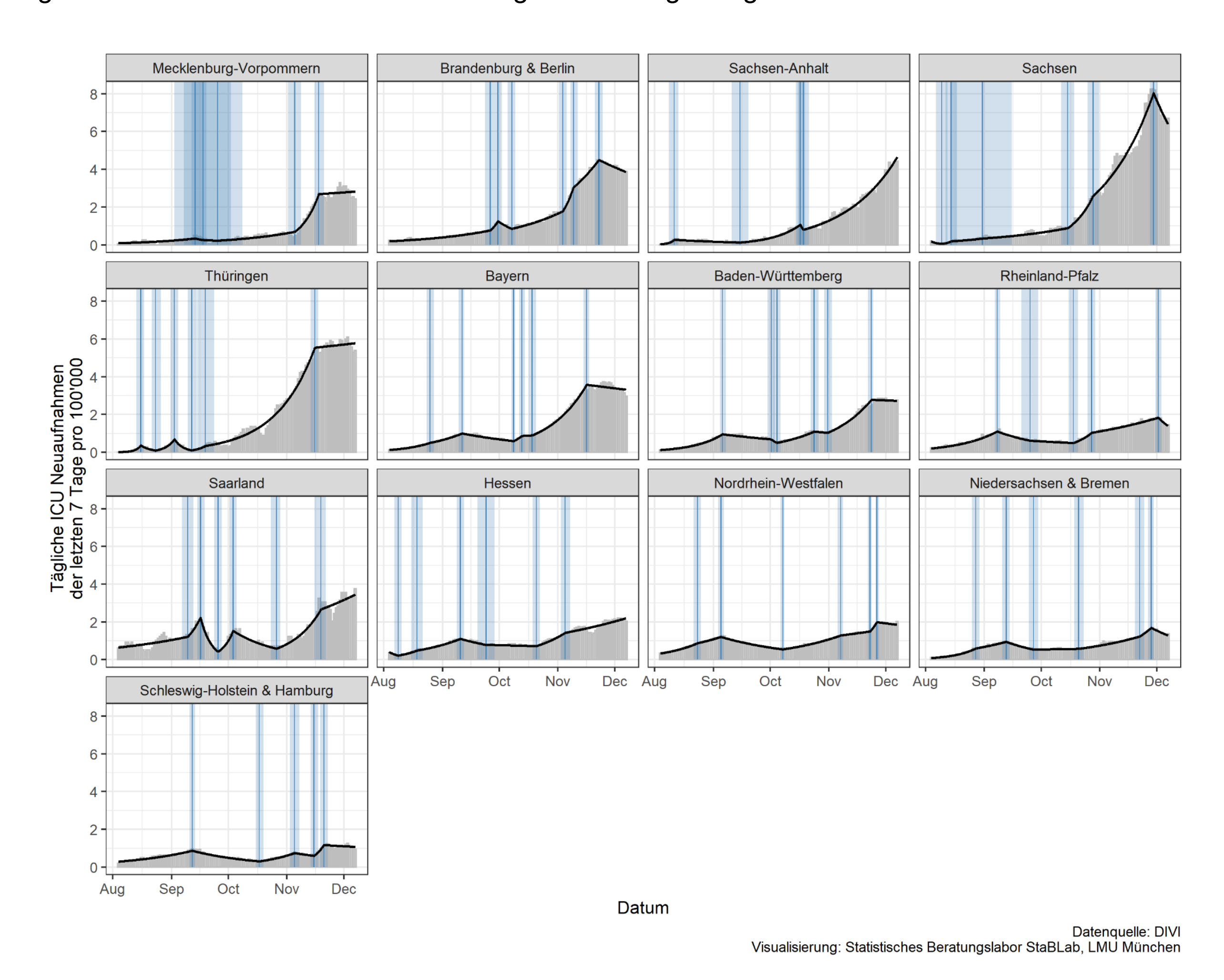


Tabelle 1.2.: Vergleich der geschätzten 7-Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen pro 100.000 Einwohner in den verschiedenen Bundesländern. Angegeben ist das Datum der letzten Trendänderung, der aktuelle tägliche Steigungsfaktor (nach dem Bruchpunktmodell), die aktuelle 7 Tage-Inzidenz der Erstaufnahmen auf Intensivstationen pro 100.000 Einwohner und deren prozentuale Veränderung im Vergleich zur Vorwoche. Angaben zum Datenstand 08.12.2021.

Region	Datum der letzten Trend-Änderung	Aktueller tägl. Steigungsfaktor	7-Tage- Inzidenz der Erst-aufnahmen auf ITS pro 100.000	Änderung der 7-Tage-Inzidenz im Vergleich zur Vorwoche (in %)
Deutschland	---	---	2.65	-7.6
Mecklenburg-Vorpommern	18.11.	1.002 (0.995- 1.010)	2.42	-20.4
Brandenburg, Berlin	23.11.	0.989 (0.986-0.993)	3.87	-5.9
Sachsen-Anhalt	18.10.	1.036 (1.034-1.038)	4.45	22.8
Sachsen	29.11.	0.971 (0.959-0.983)	6.73	-18.3
Thüringen	16.11.	1.002 (0.999-1.005)	5.42	-8.7
Bayern	16.11.	0.996 (0.996-0.997)	2.96	-15.8
Baden-Württemberg	23.11.	0.998 (0.996-1.000)	2.75	-2.2
Rheinland-Pfalz	2.12.	0.948 (0.931-0.966)	1.46	-13.0
Saarland	19.11.	1.014 (1.008-1.021)	3.76	5.7
Hessen	5.11.	1.014 (1.012-1.015)	2.03	-3.8
Nordrhein-Westfalen	26.11.	0.993 (0.992-0.995)	2.01	4.7
Niedersachsen, Bremen	28.11.	0.969 (0.964-0.975)	1.36	-13.2
Schleswig-Holstein, Hamburg	20.11.	0.995 (0.990-0.999)	0.94	-15.1

Interpretation der Ergebnisse

Bei der vergleichenden Interpretation von Hospitalisierungen und Neuaufnahmen auf Intensivstationen ist ein zeitlicher Verzug zu beachten. Erstens erfolgen Aufnahmen auf Intensivstationen in der Regel etwa fünf Tage nach der Aufnahmen ins Krankenhaus, und zweitens stellt bei den Hospitalisierungen das Meldedatum der Infektion das Bezugsdatum dar und nicht das Datum der Hospitalisierung. Daher kann insgesamt eine Verzögerung von ca. 7 bis 12 Tagen zwischen den Trends der beiden Zeitreihen erwarten werden. Wir betrachten nun die Situation in den einzelnen Bundesländern im Detail.

Besonders kritisch bleibt die Lage weiterhin in **Thüringen und Sachsen.** Die Zahlen in diesen beiden Bundesländern sind sowohl bezüglich der Hospitalisierungen als auch der Neuaufnahmen auf Intensivstationen im Vergleich mit den anderen Bundesländern am höchsten. Auch eine Übersterblichkeit ist in beiden Bundesländern erkennbar (ungefähr 20%, siehe unten).

Interessant ist die Diskrepanz zwischen der in beiden Bundesländern bis zuletzt ansteigenden Hospitalisierungsinzidenz und der seit Mitte November weitgehend stagnierenden (Thüringen) bzw. seit Ende November sogar rückläufigen (Sachsen) Zahl an Neuaufnahmen auf Intensivstationen. Diese gegenläufige Entwicklung ist am ehesten dadurch zu erklären, dass in beiden Bundesländern hospitalisierte, schwer an COVID-19 erkrankte Patient*innen mit drohender Intensivpflichtigkeit in andere Bundesländer verlegt wurden. Zu dieser Hypothese würde passen, dass im benachbarten **Sachsen-Anhalt** die Zahl der Neuaufnahmen auf Intensivstationen bis zuletzt zunahm, obwohl gleichzeitig die Hospitalisierungsinzidenz in der zweiten November-Hälfte kontinuierlich rückläufig war.

In **Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin** hat sich die Lage etwas entspannt. Bei der Hospitalisierungsinzidenz zeigt sich in Mecklenburg-Vorpommern ab Mitte November eine Trendumkehr, während die Werte in Berlin und Brandenburg auf niedrigerem Niveau relativ stabil sind.

In **Bayern, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Niedersachsen, Bremen und Schleswig-Holstein** ist eine Trendumkehr hin zu fallenden Inzidenzen sowohl bei der Hospitalisierung als auch bei den Erstaufnahmen auf Intensivstationen zu beobachten. In **Hessen und Baden-Württemberg** gibt es keinen eindeutigen Trend, d.h. im Wesentlichen gleichbleibende Inzidenzen. In **Hamburg** steigt die Hospitalisierungsinzidenz ausgehend von einem relativ niedrigen Niveau leicht an. Der Bruchpunkt am Ende dieser Zeitreihe sollte aufgrund der Unsicherheit der letzten Nowcast-Werte jedoch nicht interpretiert werden.

Bemerkenswert ist eine Diskrepanz der Inzidenz-Entwicklung im **Saarland**. In diesem Bundesland war bereits ab der dritten Oktoberwoche eine bis zuletzt anhaltende deutliche Zunahme der Neuaufnahmen auf Intensivstationen zu beobachten, obwohl jedoch die Hospitalisierungsinzidenzen erst ab Anfang November (und auch nur sehr langsam) anstiegen. Hier müssen zwei Erklärungsmöglichkeiten in Betracht gezogen werden:, a) eine frühe Zuverlegung von schwer kranken COVID-19-Patient*innen aus anderen Bundesländern mit immanenter Intensivpflichtigkeit, und b) eine disproportionale Zunahme des Krankheitsschweregrades der hospitalisierten Patient*innen.

Insgesamt hat sich die Lage in den letzten Wochen wieder etwas entspannt, der in fast allen Bundesländern ersichtliche starke Anstieg der Inzidenzen scheint beendet (mit Ausnahme von Sachsen und Thüringen). Ein deutlicher Rückgang der Zahlen ist aber dennoch nur teilweise erkennbar. Die Diskrepanzen zwischen Hospitalisierungsinzidenz und der Inzidenz der Neuaufnahmen auf Intensivstationen zeigen Limitationen und mögliche Verzerrungen dieser beiden Indikatoren. Hier könnten – wie besonders für Sachsen und Thüringen diskutiert – Sondereinflüsse wie Verlegungen von Hoch-Risiko-Patient*innen eine Rolle spielen.

Ergebnisse zur Übersterblichkeit

In der jüngsten Zeit werden zunehmend wieder die Übersterblichkeiten betrachtet und aktuelle Daten dazu in die eine oder andere Richtung interpretiert. Problematisch ist weiterhin die Unterscheidung zwischen an COVID-19 verstorbenen Patient*innen und Patient*innen, die zwar CoV-2-positiv getestet waren, bei denen jedoch eine COVID-19 nicht todesursächlich war. Dies bleibt auch hier unberücksichtigt. Wir zeigen daher hier die aktuellen Übersterblichkeiten; wir betrachten jedoch nicht die Rohzahlen, die das Statistische Bundesamt regelmäßig publiziert (die reine Sterblichkeit), sondern ausschließlich altersadjustierte Übersterblichkeiten. Die Bevölkerung in Deutschland wird zunehmend älter, was eine höhere Mortalität mit sich bringt. In einem jüngsten peer-reviewed Beitrag (De Nicola et al., 2021) konnten wir zeigen, dass pro Jahr aktuell allein aufgrund der alternden Bevölkerung ca. 2% mehr Todesfälle zu erwarten sind. Dies trifft in unterschiedlichem Maße auch in den einzelnen Bundesländern zu. Insofern sollte man bei der Analyse von Übersterblichkeit immer eine Anpassung an die zu erwartende Sterblichkeit durchführen; diese Anpassung ist als so genannte standardisierte Mortalitätsrate (im englischen Standardized Mortality Rate - kurz SMR) bekannt. Diese Rate berücksichtigt explizit die sich ändernde Altersstruktur der Bevölkerung.

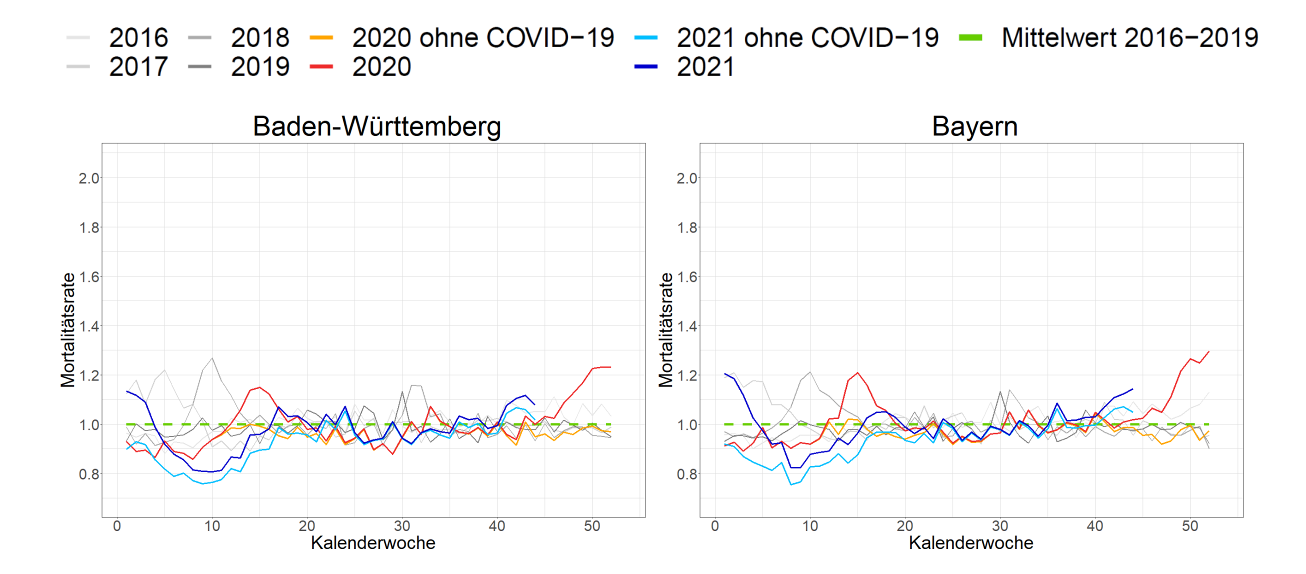
Man kann darüber hinaus auch Anpassungen an die Saisonalität durchführen, in dem man durch den Wochenmittelwert der Jahre 2016 bis 2019 teilt, also durch die Jahre vor COVID-19. Diese Anpassungen sind in der nachfolgenden Abbildung 1.3 separat für die 16 Bundesländer dargestellt. Die einzelnen Plots lassen sich wie folgt interpretieren: Die grauen Linien zeigen die Jahre 2016 bis 2019. Die rote Linie zeigt die altersadjustierte und saisonbereinigte Über- bzw. Untersterblichkeit für das Jahr 2020 an. Die orange Linie zeigt die Sterblichkeit ohne die Todesfälle, die in Zusammenhang mit COVID-19 gebracht wurden. Für das Jahr 2021 benutzen wir die Farben dunkelblau für die Gesamtsterblichkeit und hellblau für die Todeszahlen, die nicht mit COVID-19 in Zusammenhang stehen. Der Unterschied zwischen der roten und orange Linie wie auch der Unterschied zwischen der dunkelblauen und hellblauen Linie kann als Sterblichkeit in Folge von COVID-19 oder in Verbindung mit einer CoV-2-Infektion in den Jahren 2020 bzw. 2021 interpretiert werden.

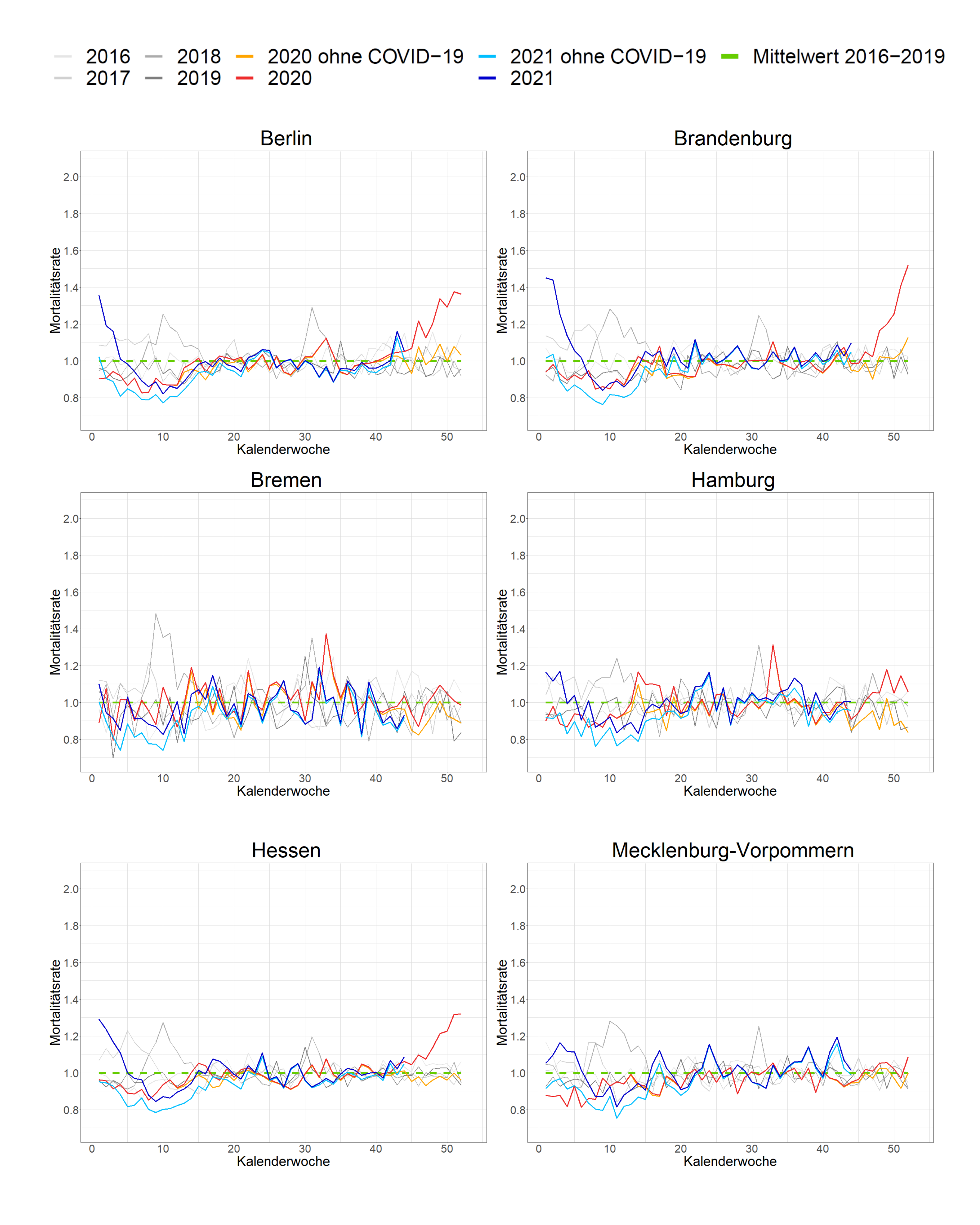
In den am schwersten von der 4. Welle der Pandemie betroffenen Bundesländern Bayern, Sachsen und Thüringen ist für 2021 etwa ab der 41./42. Kalenderwoche eine Zunahme der Übersterblichkeit zu beobachten. In Sachsen war dies in der zweiten Welle 2020 ähnlich, wohingegen in Bayern und Thüringen 2020 erst etwas später (45./46. Kalenderwoche) eine entsprechende Trendänderung zu verzeichnen war. **Ein Vergleich mit**

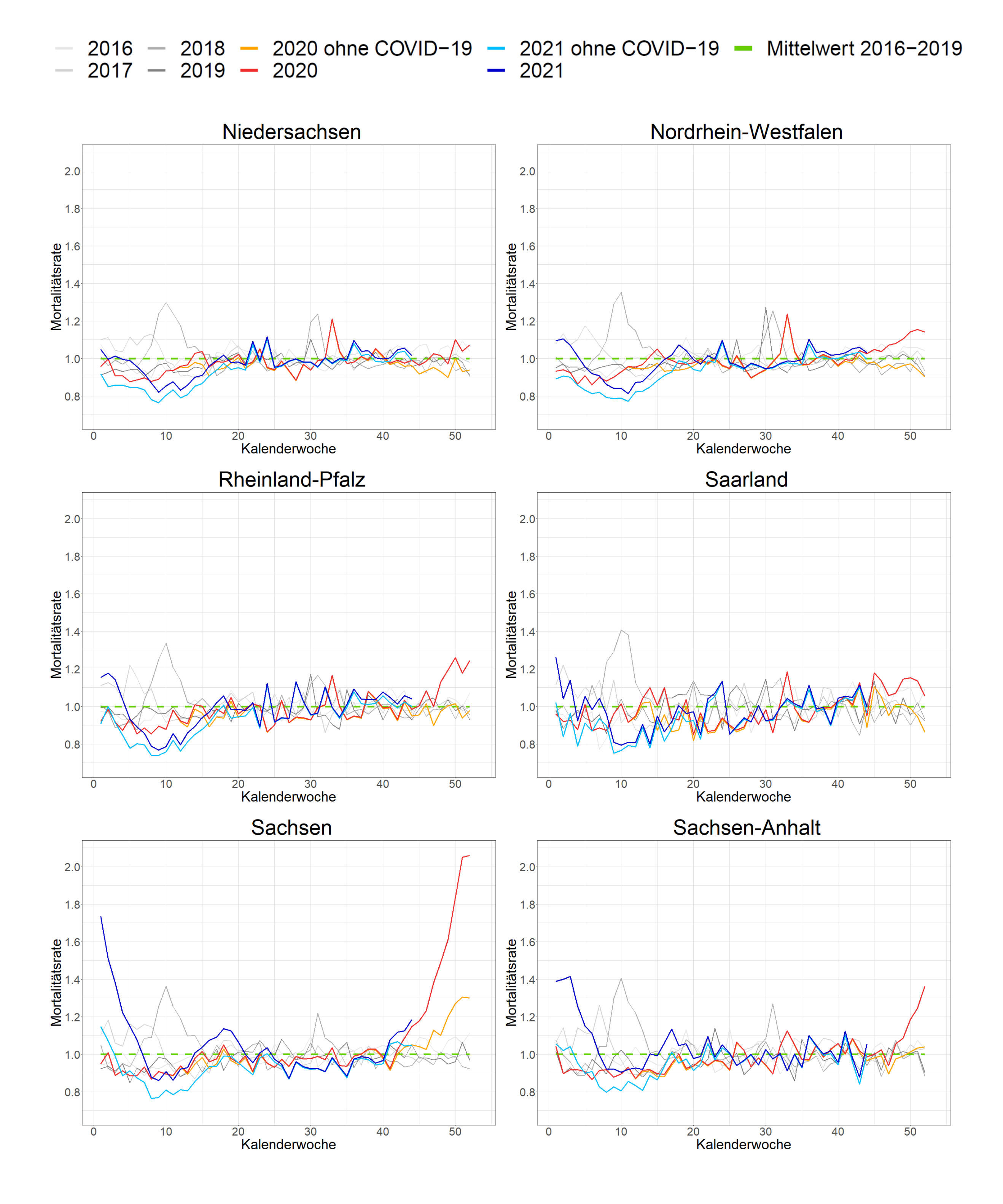
der 2. Welle zum Jahreswechsel 20/21 zeigt auch, dass die aktuellen Übersterblichkeiten deutlich geringer ausfallen als vor einem Jahr.

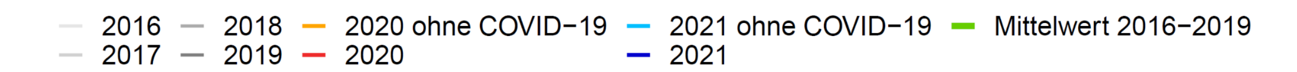
Wir sehen aktuell in Bayern eine um ca. 15% erhöhte Sterblichkeit, wovon ca. zwei Drittel durch COVID-19 hervorgerufen werden oder in Verbindung mit einer CoV-2-Infektion stehen. In Sachsen und Thüringen finden sich ähnlich erhöhte Sterblichkeiten. In den anderen Bundesländern zeigen sich dagegen aktuell keine nennenswerten Auffälligkeiten.

Abbildung 1.3. Standardisierte Mortalitätsraten in Deutschland für alle 16 Bundesländer, welche mit Daten bis zu Kalenderwoche 44 geschätzt wurden. Die blaue (rote) Kurve zeigt die Gesamtsterblichkeit 2021 (2020) in Deutschland. Die hellblaue (orange) Kurve zeigt die Sterbefälle OHNE Bezug zu COVID-19. Die grüne Kurve gibt den Mittelwert der Jahre 2016 bis 2019 wieder. Die standardisierten Sterblichkeiten der Jahre 2016 bis 2019 sind in grau skizziert. Alle Kurven wurden durch die grüne Kurve geteilt um eine saisonunabhängige standardisierte Mortalitätsrate zu erhalten. Siehe De Nicola et al. (2021) für genauere Details zur Methode.

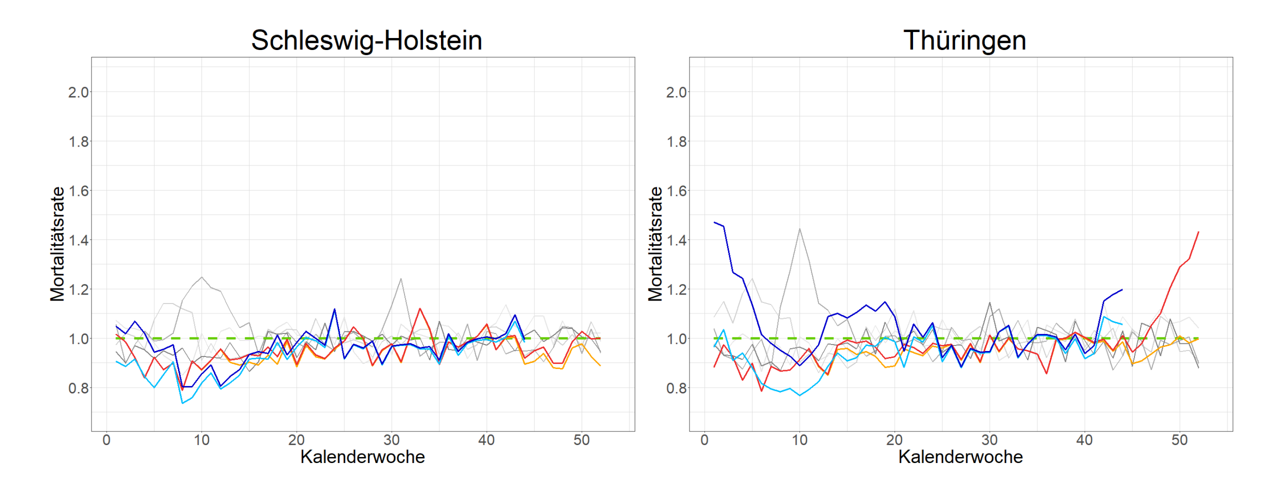



2016
2017
2018
2019
2020 ohne COVID−19
2020
2021 ohne COVID−19
2021
Mittelwert 2016−2019
Berlin
Brandenburg
Bremen
Hamburg
Hessen
Mecklenburg-Vorpommern
Mortalitätsrate
Kalenderwoche


2016
2017
2018
2019
2020 ohne COVID−19
2020
2021 ohne COVID−19
2021
Mittelwert 2016−2019
Niedersachsen
Nordrhein-Westfalen
Rheinland-Pfalz
Saarland
Sachsen
Sachsen-Anhalt
Mortalitätsrate
Kalenderwoche
0.8
1.0
1.2
1.4
1.6
1.8
2.0
0
10
20
30
40
50



2016
2017
2018
2019
2020 ohne COVID−19
2020
2021 ohne COVID−19
2021
Mittelwert 2016−2019



Schleswig-Holstein
Thüringen
Mortalitätsrate
Kalenderwoche
2.0
1.8
1.6
1.4
1.2
1.0
0.8
0
10
20
30
40
50

2. Eine kollaborative Plattform zur korrigierten Schätzung der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz

Johannes Bracher[2], Felix Günther[3], Stefan Heyder[4], Thomas Hotz[4], Helmut Küchenhoff, Melanie Schienle[2], Diellë Syliqi, Maximilian Weigert, Daniel Wolffram[2]

Die 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz ist einer der Hauptindikatoren, anhand derer die aktuelle Lage der COVID-19-Pandemie in Deutschland beurteilt wird (siehe den Beschluss der Bund-Länder-Runde vom 18. November 2021). Wie bereits in CODAG-Bericht 22 diskutiert ist die täglich vom Robert-Koch-Institut veröffentlichte rohe Sieben-Tages-Hospitalisierungsinzidenz ein schwierig zu interpretierender Indikator. Durch verschiedene Arten von Zeitverzögerungen stellen die jeweils aktuellsten Werte starke Unterschätzungen der tatsächlichen Zahlen dar, wodurch aktuelle Trends ohne eine statistische Korrektur der Daten irreführend sein können (siehe Abbildung 2.1). Seit dem 1. Dezember veröffentlicht das Robert Koch-Institut deshalb täglich korrigierte Werte der Hospitalisierungsinzidenz auf Bundes- und Landesebene. Um ein umfassenderes Bild zu erhalten, werden bereits seit Mitte November in einem am Karlsruher Institut für Technologie koordinierten Kollaborationsprojekt, dem German COVID-19 Nowcast Hub korrigierte Inzidenzwerte aus mehreren unabhängig voneinander betriebenen Modellen zusammengetragen und verglichen. Diese sogenannten *Nowcasts* werden darüber hinaus auf Bundes- und Landesebene in einem sogenannten *Ensemble*-Modell kombiniert, das den zentralen Beitrag der Plattform darstellt. Hier geben wir einen Überblick über die Ziele und Funktionsweise des Projektes.

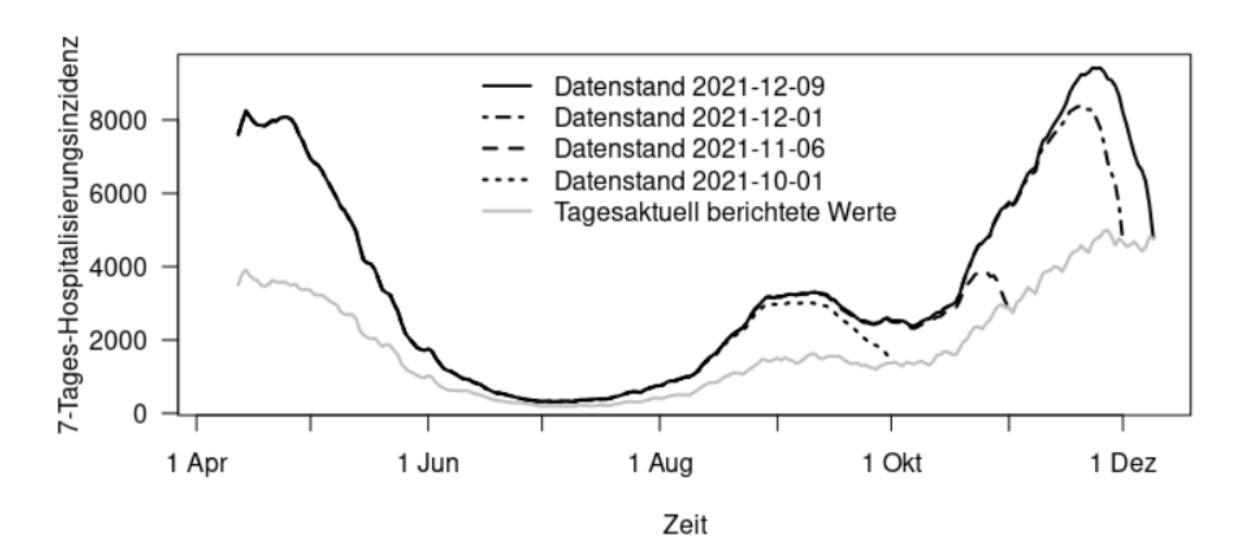
Gemäß gesetzlicher Festlegung weist die 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz “die hospitalisierten COVID-19-Fälle unter den in den letzten 7 Tagen gemeldeten Fällen bezogen auf 100.000 Menschen aus.” (siehe Beschreibung des Bundesgesundheitsministeriums). Die zeitliche Aggregierung der Hospitalisierung orientiert sich aus administrativen Gründen am Meldedatum des zugehörigen Falles (der Tag, an dem der Fall vom lokalen Gesundheitsamt elektronisch erfasst wurde), nicht am Datum der Hospitalisierung. Es handelt sich also *nicht* um die Zahl der neuen Hospitalisierungen über einen Zeitraum von sieben Tagen. Dies führt dazu, dass die 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz stets noch über mehrere Tage oder Wochen hinweg nachträglich nach oben korrigiert werden muss. Grund hierfür sind zwei Arten von Verzögerungen:

- Die Verzögerung zwischen der Erfassung eines Falles und der tatsächlichen Hospitalisierung einer Person, deren Zustand sich eventuell erst über die Zeit hinweg verschlechtert.
- Die Verzögerung zwischen der Hospitalisierung und ihrem Auftauchen im Datensatz des RKI.

Abbildung 2.1 zeigt den Unterschied zwischen dem aktuellen Datenstand (Stand 9. Dezember) und denen des 1. Oktober, 1. November und 1. Dezember. Zu jedem der drei Zeitpunkte erwecken die Daten den Eindruck, die Hospitalisierungsinzidenz sei in den letzten Tagen stark abgefallen. Nach heutiger Datenlage ist klar, dass sich die Zahlen

Anfang Oktober tatsächlich auf einem Plateau bewegten, während sie im November deutlich stiegen.

Abbildung 2.1: Zeitreihe der 7-Tage-Hospitalisierungsinzidenz, Datenstände vom 1. Oktober, 1. November, 1. Dezember und 9. Dezember. Es wird deutlich, dass die Zahlen stets rückwirkend stark nach oben korrigiert werden und aktuelle Trends nicht anhand der Rohwerte beurteilt werden können. Die graue Linie zeigt den tagesaktuell berichteten Wert für jedes Meldedatum.



In den vergangenen Monaten wurden verschiedene Schwellenwertsysteme für die Hospitalisierungsinzidenz an die Öffentlichkeit kommuniziert, etwa in der ControlCOVID-Strategie des Robert Koch-Instituts aus dem September 2021 (Abbildung 1) und im Regierungsbeschluss vom 18.11.2021 (Punkt 9). Für ersteres ist explizit festgelegt, dass sich die Schwellenwerte auf vorläufige tagesaktuell berichtete Werte beziehen (siehe graue Linie in Abbildung 2.1), die Unvollständigkeit der Daten also mit einbezogen ist. Dies führt allerdings dazu, dass ein wesentlicher Teil der Hospitalisierungen (diejenigen, die erst nach mehr als einer Woche erfasst werden oder wurden) nicht mit einbezogen wird. Auch unterscheidet sich die Vollständigkeit der vorläufigen Zahlen beträchtlich von Bundesland zu Bundesland, sodass die entsprechenden Werte kaum vergleichbar sind. Wir halten deshalb eine sorgfältige statistische Korrektur der Hospitalisierungsinzidenzen für ein hilfreiches Werkzeug, um aktuelle Trends früher zu erkennen.

Im COVID-19 Nowcast Hub tragen wir deshalb seit Mitte November jeden Werktag (und mittlerweile auch an Wochenenden) Ergebnisse aus sieben unabhängig voneinander betriebenen Modellen zusammen, die aus den jeweils vorläufigen Daten abzuschätzen versuchen, wie viele Hospitalisierungen letztlich insgesamt für ein bestimmtes Fall-Meldedatum anfallen werden (siehe Auflistung am Ende des Artikels). Ergänzt wird die Darstellung durch die seit dem 1. Dezember täglich vom Robert Koch-Institut bereitgestellten korrigierten Werte. Konkret gehen wir folgendermaßen vor:

- Nowcasts beziehen sich auf den aktuellen Tag und die vorangegangenen 28 Tage.

- Nowcasts werden sowohl für das gesamte Bundesgebiet ausgegeben als auch für die Bundesländer. Für das Bundesgebiet werden zusätzlich Schätzungen nach Altersgruppe erstellt.
- Die Nowcasts sind probabilistisch, d.h. beschreiben auch ihre eigene Unsicherheit. Hierfür erfassen wir jeweils sieben Vorhersagequantile (0.025, 0.1, 0.25, 0.5, 0.75, 0.9, 0.975) sowie den Erwartungswert.
- Alle vollständigen Nowcasts, die an einem Tag für ein bestimmtes Bundesland oder eine Altersgruppe abgegeben wurden werden in einem *Ensemble-Nowcast* gemittelt. Wir aggregieren hierbei einmal (quantilsweise) mit dem arithmetischen Mittel und einmal mit dem Median.
- Alle Schätzungen werden unter freien Lizenzen in einem öffentlichen Repository gesammelt und in einem Dashboard visualisiert, mit dem Ensemble als Standard-Anzeige.

Die Erstellung von kombinierten Ensemble-Nowcasts stellt eines der Hauptziele des Projektes dar. Aus der modernen Wettervorhersage, aber auch vorangegangenen Projekten zur COVID-19-Pandemie ist bekannt, dass kombinierte Vorhersagen oft zuverlässiger sind als diejenigen einzelner Modelle. Abbildung 2.1 zeigt die Nowcasts des ersten Mean-Ensemble, das am 17. November erstellt wurde. Für die meisten Bundesländer haben sich die Schätzungen mit einem dreiwöchigen zeitlichen Abstand als gute Näherungen erwiesen. Lediglich im Bundesland Sachsen, in welchem das Meldesystem zum fraglichen Zeitpunkt durch Überlastung mit gewichtigen Unregelmäßigkeiten behaftet war, liegen die Schätzungen wesentlich unter den später beobachteten Werten. Auf die Gefahr einer derartigen Unterschätzung wurde und wird unter der Visualisierung sowie in den Hintergrundinformationen des Projektes hingewiesen.

Neben der Bereitstellung korrigierter Schätzungen in Echtzeit verfolgt das Projekt auch das Ziel, die verwendeten Nowcasting-Methoden systematisch über einen längeren Zeitraum hinweg zu evaluieren. Wie diese Vergleichsstudie bis Ende April ablaufen wird, haben wir in einem öffentlich einsehbaren Studienprotokoll beschrieben. Derartige Präregistrierungen gelten als gute wissenschaftliche Praxis und dienen dazu, den Vergleich transparent und fair zu gestalten.

Mehrere der in der Plattform zusammengetragenen Modelle wurden bereits von Medien in die jeweiligen Übersichtsdarstellungen mit einbezogen (z.B. von Zeit Online, Neue Zürcher Zeitung, NDR und SWR). Auch wenn die jüngsten Entscheidungen der Ministerpräsidentenkonferenz (2. Dezember 2021) die Fallinzidenz wieder stärker in den Fokus rückt denken wir, dass eine korrigierte und sinnvoll kommunizierte Hospitalisierungsinzidenz ein hilfreiches Werkzeug zur Einschätzung der aktuellen Lage darstellt.

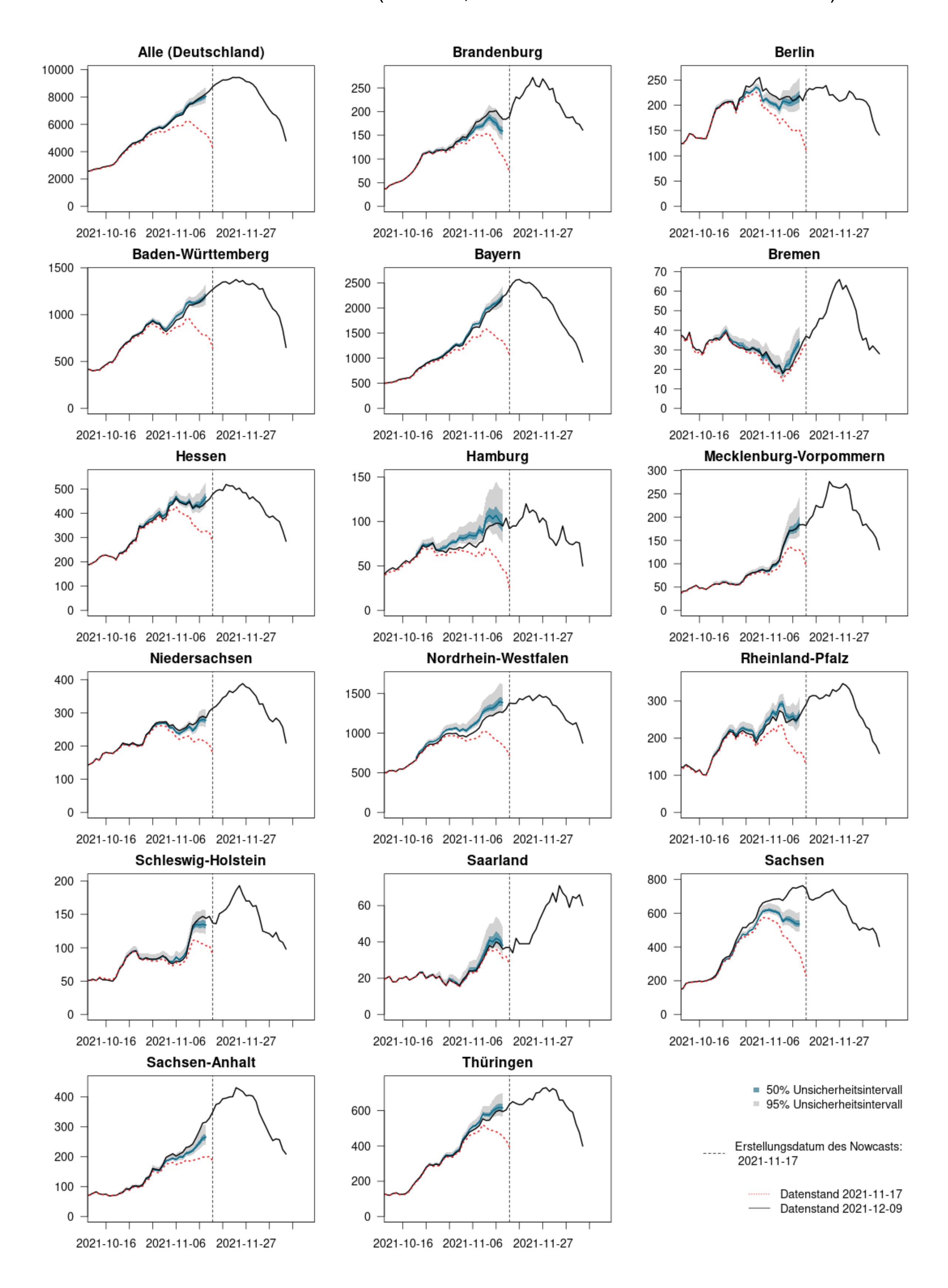
Übersicht der verfügbaren Modelle:

ILM-prop (TU Ilmenau)
KIT-simple_nowcast (Karlsruher Institut für Technologie)
LMU_StaBLab-GAM_nowcast (LMU München), basierend auf Schneble et al (2020)).
RIVM-KEW (RIVM, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu, Bilthoven, Niederlande), basierend auf van de Kassteele, Eilers und Wallinga (2019))

RKI-weekly_report (Robert Koch-Institut)
SU-hier_bayes (Universität Stockholm), basierend auf Günther et al (2021))
SZ-hosp_nowcast (Süddeutsche Zeitung)
Epiforecasts-independent (London School of Hygiene and Tropical Medicine / epiforecasts)

Kurzbeschreibungen der Modelle sind in den Hintergrundinformationen des Projektes verfügbar.

Abbildung 2.2: Mean-Ensemble-Nowcasts vom 17. November 2021 im Vergleich mit dem Datenstand vom 9. Dezember 2021 (schwarz; Datenstand vom 17. November in rot).



3. Infektionsausbrüche in Schulen, Seniorenheimen und anderen Ausbruchsorten in der 4. Welle

Ursula Berger, Jana Gauß

In Phasen hohen Infektionsgeschehens, wie es derzeit der Fall ist, wird immer wieder diskutiert, inwieweit Präsenzunterricht in Schulen das Pandemiegeschehen antreibt. Hier steht vor allem die Sorge im Vordergrund, dass es im Schulunterricht zu Infektionsausbrüchen unter den Schulkindern kommen kann, die diese dann auf ihre Eltern oder andere Haushaltsmitglieder übertragen. Auch derzeit ist diese Sorge Grundlage vieler Diskussionen. Bereits im Februar 2021 haben wir uns in CODAG-Bericht Nr. 8 erstmals mit der Frage beschäftigt, welche Rolle Ausbrüche in Schulen im Pandemiegeschehen spielen. In späteren Berichten haben wir weiter in detaillierten Analysen gezeigt dass Reihentestungen für den Präsenzunterricht die Dunkelziffer unter den Schüler*innen reduzieren kann (CODAG-Bericht Nr. 14). Darüber hinaus haben zwischenzeitlich viele Studien die Effekte von Schulschließungen untersucht. Heute ist der Konsens, dass Schulschließungen wegen ihrer negativen physischen, psychischen und pädagogischen Auswirkungen auf Kinder nur als letztes Mittel zur Eindämmung der COVID-19-Pandemie eingesetzt werden sollten. Im Folgenden wollen wir die derzeitige Situation von Ausbrüchen in der Ausbruchsorten “Schule”, “Arbeitsplatz”, “Krankenhaus” und “Senioren/Pflegeheim” noch einmal betrachten.

Wir benutzen hier Daten des Bayerischen Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) zu den von den Gesundheitsämtern dem LGL gemeldeten Ausbrüchen von COVID-19. Als Ausbruch wird dabei eine Häufung von mindestens zwei Infektionen bezeichnen, die epidemiologisch miteinander in Verbindung gebracht werden können. Wir zeigen die Gesamtzahl an Infektionen nach Meldedatum die Ausbrüchen zugeordnet sind (summiert über die letzten sieben Tage). Da eine nachgewiesene Infektion aus einem Ausbruch mit zeitlichem Verzug von bis zu zwei Wochen erfolgen kann, betrachten wir hier nur den Zeitraum bis einschließlich Kalenderwoche KW 47. Der dargestellte Zeitraum beginnt bei KW 5 und ermöglicht so einen Vergleich zwischen der aktuellen vierten Welle mit der Situation während der zweiten beziehungsweise dritten Welle zu Jahresbeginn 2021. Weiter ist zu beachten, dass es auch hier - wie bei allen Meldedaten - eine gewisse Dunkelziffer gibt, also Ausbrüche oder Fälle aus Ausbrüchen, die nicht gemeldet wurden. Diese Dunkelziffer kann sich in den unterschiedlichen Ausbruchsorten und in unterschiedlichen Pandemiephasen unterscheiden. Gerade in der aktuellen Phase, in der die Gesundheitsämter in Bayern aufgrund des hohen Pandemiegeschehens überlastet sind, ist davon auszugehen, dass insbesondere bei den Ausbruchsorten Arbeitsplatz und sonstigen Ausbruchsorten die Anzahl der gemeldeten Ausbrüche beziehungsweise der gemeldeten Fällen aus Ausbrüchen stark unterschätzt wird. Im schulischen Umfeld erscheint aus unserer Sicht die Ausbruchsermittlung und die Nachverfolgung aufgrund des stringenten Test- und Meldekonzepts vergleichsweise unkompliziert. In Bayern werden seit Beginn des Schuljahres ungeimpfte Schüler*innen zwei bzw. dreimal wöchentlich mit Schnelltests getestet um Ansteckungen im Unterricht zu vermeiden. **Da die Impfung gegen COVID-19 bis dato erst ab einem Alter von zwölf Jahren zugelassen ist, gehören Schulkinder unter 12 Jahren entsprechend zu den am besten getesteten Bevölkerungsgruppen.**

Das bedeutet, dass gerade unter diesen Schulkindern die Dunkelziffer sehr gering ist. Zusätzlich wird auch geimpften Schüler*innen angeboten sich freiwillig zu testen. Dennoch muss man auch bei der Betrachtung der gemeldeten Schulausbrüche davon ausgehen, dass nicht alle Ausbrüche in vollem Umfang registriert werden. Ähnlich ist die Meldesituation in Krankenhäusern und Seniorenheimen einzuschätzen.

Insgesamt wurden seit Schuljahresbeginn die Bayern für die über 2400 Grundschulen und etwa ebenso vielen weiterführenden Schulen knapp 400 Ausbrüche registriert. Knapp die Hälfte dieser Ausbrüche haben eine Ausbruchsstärke von lediglich zwei Infizierten. Abbildung 3.1. zeigt die Gesamtzahl der registrierten Infektionsfälle aus Ausbrüchen für die vier betrachteten Ausbruchsorte beginnend mit der 5. Kalenderwoche. In der zweiten und dritten Welle zu Jahresbeginn 2021 bis in das Frühjahr hinein sind die Zahlen an dokumentierten Infektionen aus Schulausbrüchen gering. In dieser Zeit war der Präsenzunterricht an Schulen stark bzw. ganz eingeschränkt. Die Gesamtzahl an Fällen aus dokumentierten Schul-Ausbrüchen erreicht ihr Maximum in der 42. Kalenderwoche (18.-24.10.2021) mit 279 Fällen in einer Woche. Mit den Herbstferien (um den 1. November 2021) sinken in Bayern die Zahlen wieder. Am höchsten liegt derzeit die Fallzahl aus Ausbrüchen in Seniorenheimen, jedoch ist diese noch deutlich geringer als sie zu Jahreswechsel 2020/21 war. Die geringe Anzahl an Fällen aus dokumentierten Ausbrüchen am Arbeitsplatz kann aufgrund der oben erwähnte Meldeproblematik nur eingeschränkt interpretiert werden. In Abbildung 3.2 stellen wir die Gesamtzahl an Fälle in unterschiedlichen Altersgruppen dar, und differenzieren dabei, ob sie Ausbrüchen zugeordnet werden können. In dieser Grafik ist der gesamte Zeitraum auch von Welle zwei und drei dargestellt, d.h. ab KW 37/2020. Zu beachten ist dabei die der Altersgruppe jeweils angepassten Skalierung. Auch in der vierten Welle können nur wenige Infektionen Ausbrüchen zugeordnet werden und so bleibt die Aussagekraft der verfügbaren Ausbruchsdaten aufgrund der geringen Dokumentation limitiert.

Abbildung 3.1. Gesamtzahl an gemeldeten COVID-19 Infektionen bei registrierten Ausbrüchen in Senioreneinrichtungen, Krankenhäusern, Schulen und am Arbeitsplatz.

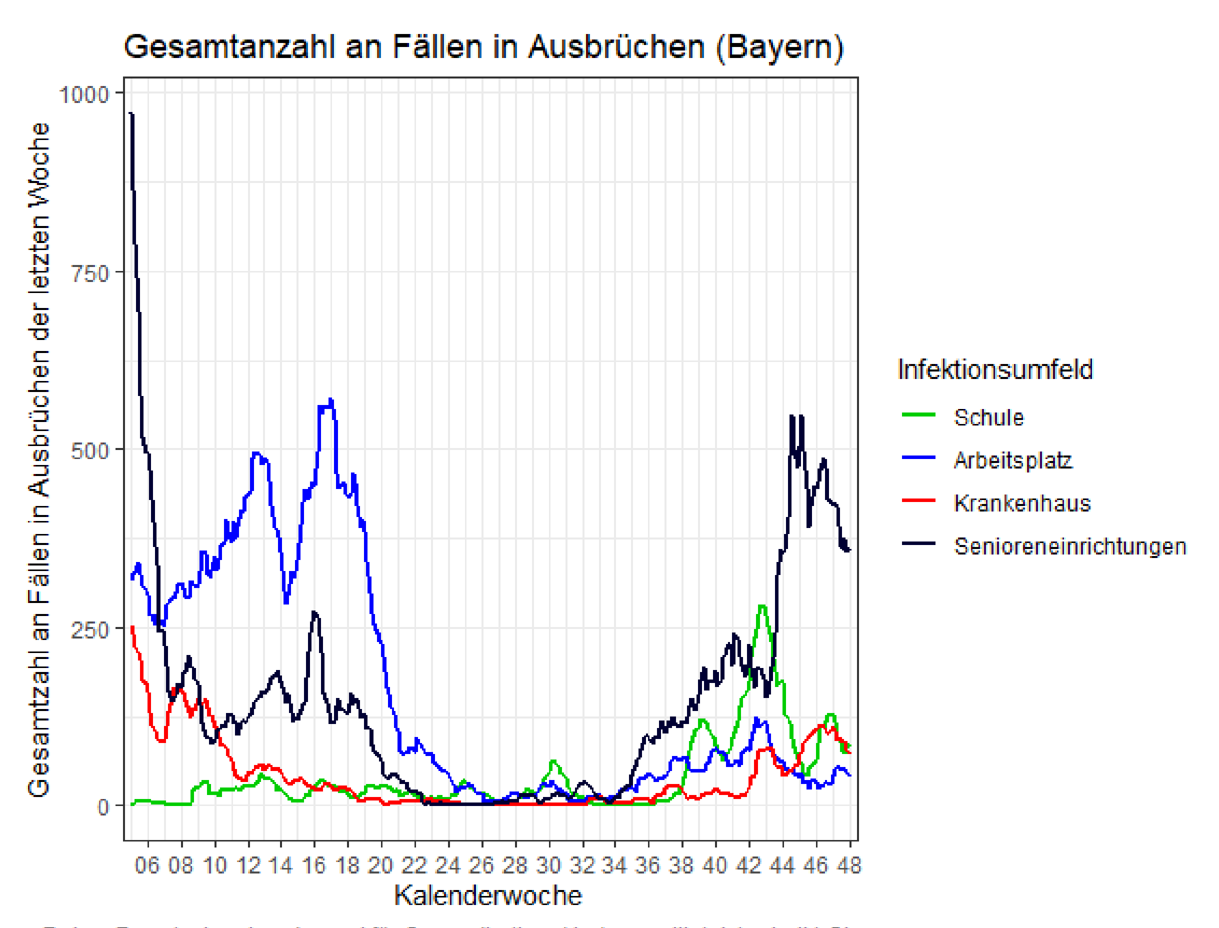
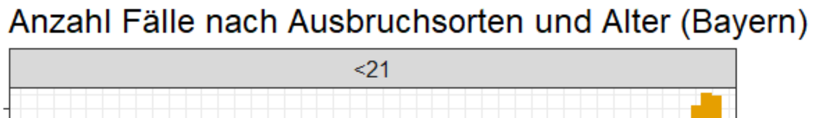
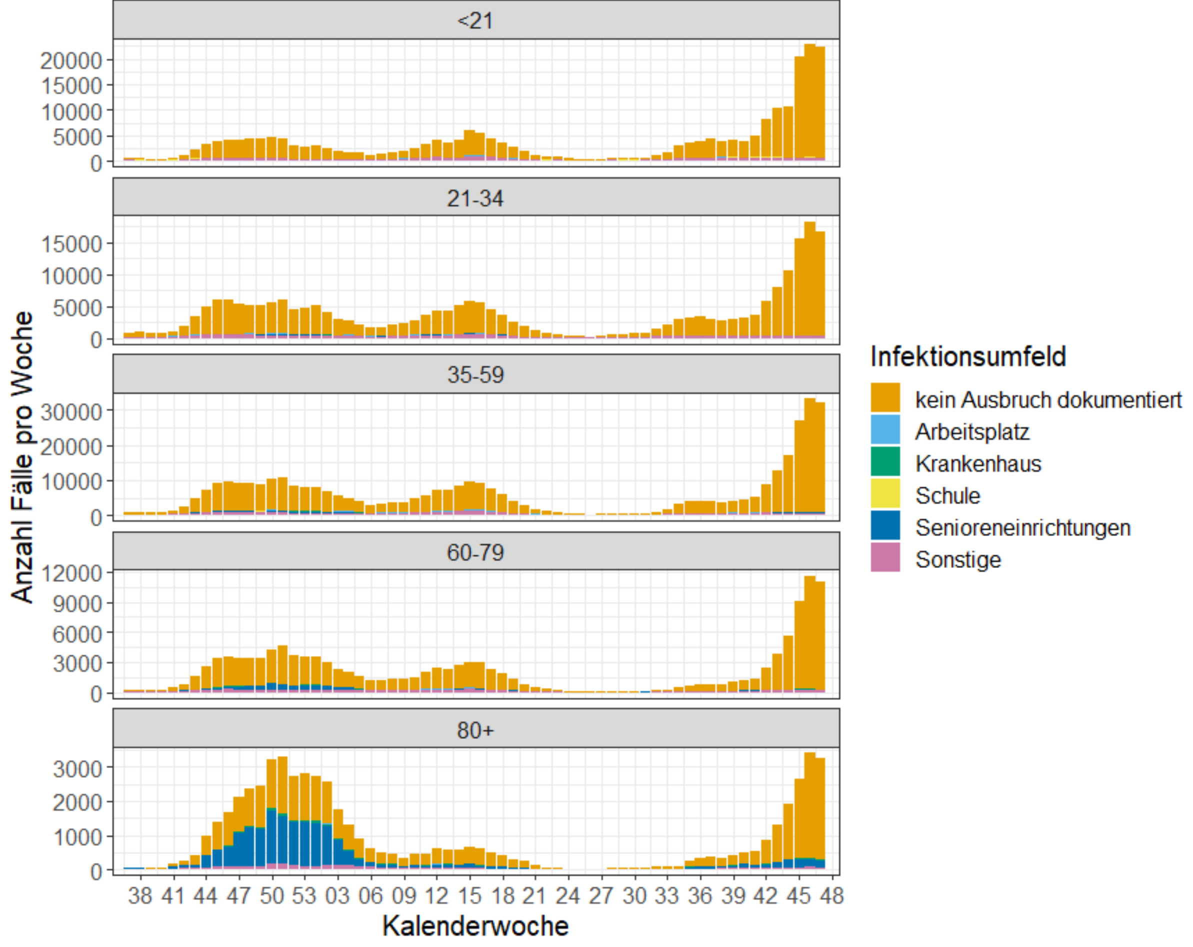


Abbildung 3.2. Anzahl der COVID-19 Infektionen in Bayern nach Altersgruppen differenziert nach Ausbruchsorten Arbeitsplatz, Haushalte, Schulen, Senioreneinrichtungen und sonstige über die Zeit (Kalenderwochen).





Literatur

Dagan, N et al. *BNT162b2 mRNA Covid-19 Vaccine in a Nationwide Mass Vaccination Setting.* N Engl J Med 2021;384:1412-1423.DOI: 10.1056/NEJMoa2101765.

Günther, F., Bender, A., Katz, K., Küchenhoff, H., and Höhle, M. *Nowcasting the COVID-19 pandemic in Bavaria*. Biometrical Journal. 2021, https://doi.org/10.1002/bimj.202000112

Küchenhoff, H., Günther, F., Höhle, M. und Bender, A. *Analysis of the early COVID-19 epidemic curve in Germany by regression models with change points.* Epidemiology and Infection, 2021 Vol 149, e68. *DOI: https://doi.org/10.1017/S0950268821000558*

De Nicola, G., Kauermann, G. and Höhle, M. (2021): On assessing excess mortality in Germany during the COVID-19 pandemic. AStA Wirtschafts- und Sozialstatistisches Archiv (to appear). arXiv:2106.13827.

Schneble, M., De Nicola, G., Kauermann, G., and Berger, U. *Nowcasting fatal COVID-19 infections on a regional level in Germany.* Biometrical Journal. 2020. https://doi.org/10.1002/bimj.202000143

van de Kassteele, J., Eilers, P.H.C. & Wallinga, J. *Nowcasting the Number of New Symptomatic Cases During Infectious Disease Outbreaks Using Constrained P-spline Smoothing.* Epidemiology. 2019, https://dx.doi.org/10.1097%2FEDE.0000000000001050